МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Автоматизация тепловых процессов

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 377843
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур Владимирович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Автоматизация тепловых процессов» являются формирование у обучающихся понятий о методах, средствах и системах оптимального управления технологическими процессами, связанными с производством, передачей, распределением и использованием теплоты средствами автоматизации технологических процессов.

Задача дисциплины состоит в том, чтобы студент, располагая принципиальными схемами теплоснабжающих объектов, смог разработать технологические решения по автоматизации. Решения по автоматизации должны включать в себя: обвязку датчиками ключевых узлов теплогенерирующих устройств, подбор регулирующей арматуры, выбор программируемых логических контроллеров.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности, используя методы естественных наук, математического анализа и моделирования на основе фундаментальных знаний физики, математики и общетехнических дисциплин для формализации, расчёта и обоснования решений;

ОПК-3 - Способен применять базовые цифровые и информационные технологии, включая методы искусственного интеллекта и машинного обучения, для сбора, обработки, хранения, передачи и анализа данных, прогнозирования, оптимизации и автоматизации процессов в профессиональной деятельности;

ОПК-7 - Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности;

ОПК-8 - Способен применять современные информационные технологии и программные средства для мониторинга, управления, прогнозирования состояния и оптимизации режимов работы энергообъектов;

ПК-2 - Способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- современные методы цифрового моделирования систем автоматического регулирования;
- правила выполнения графических и текстовых разделов эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- способы и методы измерения электрических и неэлектрических величин на теплоэнергетических объектах;
- типовые методики, по которым проектируется система автоматики котельных;
- правила оформления проектной и рабочей документации в области автоматизации тепловых процессов;
- методы сбора, обработки и анализа передового отечественного опыта в области автоматического регулирования тепловых процессов;
- правила проектирования в области автоматизации тепловых процессов на теплоэнергетических предприятиях.

Уметь:

- анализировать устойчивость САР;
- применять систему автоматизированного проектирования и программу для написания и модификации документов для выполнения графических и текстовых разделов комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов на разработку проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- проводить измерения электрических и неэлектрических величин при испытании и работе теплоэнергетического оборудования;
- использовать нормативную документацию и современные методы поиска и обработки информации при проектировании элементов автоматического контроля тепловых процессов;
- применять знания и умения при разработке и оформлении проектных решений в области автоматики тепловых процессов;
- использовать современные методы поиска и анализа исходных данных при проектировании систем автоматики теплоэнергетических предприятий;
- анализировать и обобщать современный отечественных опыт проектирования системы автоматизации тепловых процессов.

Владеть:

- навыками работы на компьютере при проектировании систем автоматического регулироания теплотехнических объектов;

- навыками оформления текстовых разделов комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами;

- навыками работы с приборами для измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники;

- навыками сбора и анализа исходных данных при проектировании автоматизированной системы управления тепловыми процессами;

- методами оформления законченных проектных работ в области автоматики тепловых процессов;

- методами расчета по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации в области проектирования систем автоматического регулирования;

- методами управления проектом в области автоматизации тепловых процессов на всех этапах его жизненного цикла.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	48	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 64 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Цели и методы управления технологическими объектами. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия теории управления и регулирования; - классификация систем управления (СУ), принципы управления.
2	Математическое моделирование систем автоматического регулирования (САР). Рассматриваемые вопросы: - математическое описание объектов управления; - понятие динамического звена САР; - статические и динамические характеристики звеньев САР; - метод преобразования Лапласа. Передаточная функция. Частотные характеристики линейных систем.
3	Раздел 3. Типовые линейные алгоритмы регулирования. Динамика САР. Рассматриваемые вопросы: - типовые законы регулирования; - переходные процессы в САР. Качество процессов регулирования; - понятие об устойчивости систем автоматического регулирования.
4	Автоматические регуляторы. Рассматриваемые вопросы: - классификация автоматических регуляторов. Регуляторы прямого действия. - гидравлические, пневматические и электрические регуляторы; - автоматические регуляторы на базе цифровых контроллеров. АСУТП.
5	Автоматизация систем теплоснабжения объектов. промышленности и железнодорожного транспорта. Рассматриваемые вопросы: - автоматизация котельных с паровыми и водогрейными котлами; - автоматическая зашита котлов от аварий; - автоматизация ЦТП и ИТП; - автоматизация работы систем отопления; - автоматизация приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха.
6	Проектирование САР. Рассматриваемые вопросы: - функциональные схемы САР; - выбор автоматических регуляторов. Расчет настроек регулятора; - переходные процессы в САР.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Изучение конструкции и исследование работы регулятора р-29 в системе автоматического регулирования уровня (определение динамических свойств объекта регулирования, статическая настройка регулятора, динамическая настройка регулятора, переходный процесс в САР).
2	Имитационное моделирование систем управления с использованием пакета динамического моделирования SinInTech (типовые динамические звенья, регуляторы, влияние настроек регулятора на качество процесса регулирования)
3	Изучение конструкции и исследование работы регулятора ДЕМ-202 Раско в системе автоматического регулирования перепада давления (определение динамических свойств объекта регулирования, статическая настройка регулятора, динамическая настройка регулятора, переходный процесс в САР).

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Разработка математической модели тепловых объектов регулирования (основные методы составления математической модели АСР). Анализ объекта регулирования как элемента АСР: определение регулируемого параметра, возмущающих и управляющих воздействий; составление уравнений теплового баланса типовых объектов — отапливаемое помещение (теплопотери пропорциональны разности температур, учёт тепловой инерции ограждающих конструкций), теплообменник, калорифер, водогрейный котёл; линеаризация нелинейных статических характеристик в рабочей точке; приведение модели к передаточным функциям звеньев первого и второго порядка с запаздыванием; определение постоянных времени и коэффициентов усиления; проверка модели на физическую адекватность (сравнение коэффициентов с тепловыми характеристиками объекта)
2	Разработка принципиальной схемы автоматизации (составление принципиальной схемы автоматизации с указанием входов и выходов). Выбор структуры САР по техническому заданию: одноконтурная и каскадная схемы, выбор места установки первичных преобразователей; подбор измерительных каналов по диапазону и классу точности (датчики температуры с унифицированными сигналами 4–20 мА, датчики давления, расхода, уровня); выбор исполнительных механизмов (регулирующие клапаны с электроприводом, насосы); составление принципиальной схемы автоматизации с указанием входов и выходов контроллера с присвоением позиционных обозначений и адресов каналов (AI/AO/DO); оформление схемы по ГОСТ 21.208-2013; составление перечня приборов и средств автоматизации
3	Реализация системы автоматического регулирования на программируемом контроллере (на примере ПЛК ОВЕН ПР200, среда OWEN Logic). Настройка аналоговых входов контроллера для датчиков 4–20 мА (температура наружного воздуха ?40…+60 °C, температура теплоносителя 0…+150 °C); построение температурного графика отопления кусочно-линейной аппроксимацией (блок Graf_4pnt: точки излома, флаги продолжения графика за пределами крайних точек); реализация двухпозиционного закона регулирования с гистерезисом (блок 2PHReg+, настройка гистерезиса и режима «нагрев»); сборка контура «датчик наружной температуры > вычисление уставки > регулятор > регулирующий клапан»; проверка программы в режиме симуляции; поиск и устранение типовых ошибок (перепутанные входы датчиков AI1/AI2); оценка энергоэффективности погодозависимого регулирования

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
4	П,ПИ, ПИД – законы регулирования Анализ алгоритмов работы непрерывных П-, ПИ-, ПД-, ПИД-регуляторов с различными структурами выходного сигнала: аналоговый выход, дискретный (импульсный) выход, ШИМ-выход; области применения каждого типа выходного сигнала в тепловых установках; влияние параметров настройки (Кп, Ти, Тд) на показатели качества регулирования; область применения двухпозиционного регулирования с гистерезисом; практический подбор настроек ПИД-регулятора для объекта из занятия №1; сравнение законов регулирования по качеству процесса и затратам на автоматизацию
5	Переходные процессы САР. Сборка замкнутого контура «датчик — регулятор — исполнительный механизм — объект» из модели занятия №1 и регулятора занятия №4; моделирование одноконтурной САР в среде имитационного моделирования (SimInTech/VisSim); изучение влияния параметров настройки регуляторов на качество переходных процессов: перерегулирование, время регулирования, статическую ошибку, степень затухания; исследование реакции контура на скачки задающего и возмущающего воздействий (скачок температуры наружного воздуха, изменение расхода теплоносителя); сопоставление переходных процессов при П-, ПИ-, ПИД-законах и выбор оптимальных настроек; оформление результатов моделирования как расчётного обоснования схемы автоматизации из занятия №2

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников.
2	Подготовка к лабораторным работам.
3	Подготова к практическим работам.
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

В курсовой работе, в зависимости от варианта, выполняется разработка системы автоматического регулирования (САР) одного из типовых тепловых объектов (парового котла, водогрейного котла, ЦТП, ИТП и т.д.). Выбор технических средств САР. Расчет оптимальных настроек регулятора. Анализ переходного процесса в разработанной САР, полученного путем моделирования САР на ЭВМ.

Вводные данные для КР.

1) Разработка САР для водогрейной котельной для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Москва

2) Разработка САР для водогрейной котельной для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Тверь

3) Разработка САР для водогрейной котельной для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Краснодар

4) Разработка САР для ЦТП для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Москва

5) Разработка САР для ЦТП для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Тверь

6) Разработка САР для ЦТП для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Краснодар

7) Разработка САР для ИТП для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Москва

8) Разработка САР для ИТП для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Тверь

9) Разработка САР для ИТП для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Краснодар

10). Разработка САР для парового котла для объекта теплоснабжения, расположенного в г. Москва

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Казанцев В. П. Теория автоматического управления. Линейные системы управления: учебное пособие. Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2007. - 166 с. ISBN 978-5-88151-687-1	https://e.lanbook.com/book/160419
2	Гаврилов А.Н., Барметов Ю.П., Хвостов А.А. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы): учебное пособие. Издательство: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. - 243 с. ISBN 978-5-00032-176-8	https://e.lanbook.com/book/76258
3	Теория автоматического управления : учебное пособие / П. П. Иванов, А. Г. Семенов, С. Г. Пачкин, С. Р. Ли. — Кемерово : КемГУ, 2024. — 283 с. — ISBN 978-5-8353-3271-7. — Текст :	https://e.lanbook.com/book/487265 (дата обращения: 03.06.2025).- Текст: электронный)

	электронный // Лань : электронно-библиотечная система	
4	Иванова И. В. Теплоэнергетика и теплотехникаТеплотехнические измерения в теплоэнергетике: учебное пособие. Издательство: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. - 140 с. ISBN 978-5-9239-1240-1	https://e.lanbook.com/book/179178
5	Автоматизация пылеугольных котлов электростанций / Тверской Ю. С.: Издательство "Лань" , 2022. – 472 с.	https://reader.lanbook.com/book/212711#412 (дата обращения: 24.12.2024).- Текст: электронный

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

http://library.miit.ru/ - электронно-библиотечная система Научно-технической биб-лиотеки МИИТ.

http://elibrary.ru/ - научно-электронная библиотека.

Поисковые системы: Yandex, Mail.

https://e.lanbook.com/ - электронная библиотека .

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2010.Система автоматизированного проектирования Autocad . Специализированная программа SinInTech .

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Основная лекционная аудитория, а также помещения лабораторий кафедры «Теплоэнергетика транспорта» МИИТа оборудованы мультимедийными комплексами. Рабочие места с персональными компьютерами, подключёными к сети INTERNET.

Лаборатории кафедры оснащены стендами, необходимыми для проведения лабораторных занятий по тематике дисциплины.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 7 семестре.
Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Теплоэнергетика транспорта»
Института железнодорожного
транспорта М.И. Колпаков

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ А.В. Дмитренко

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова